

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11068630 A**

(43) Date of publication of application: **09 . 03 . 99**

(51) Int. Cl

H04B 7/005
H04B 7/01
H04J 11/00
H04L 27/01

(21) Application number: **09237777**

(22) Date of filing: **19 . 08 . 97**

(71) Applicant: **YUSEISHO TSUSHIN SOGO
KENKYUSHO**

(72) Inventor: **OTA KOKI
ITAMI MAKOTO
KAMIO MICHIHIDE
TSUJIKU AIICHIRO**

(54) **PROPAGATION PATH DISTORTION
COMPENSATING METHOD**

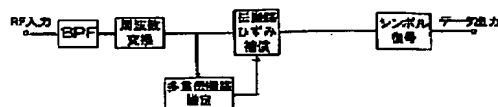
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable utilization for a mobile reception environment by reducing the effect of Doppler shift as the factor of propagation path distortion in mobile reception by compensating the propagation path distortion while estimating the amplitude, phase, frequency and delay time of each coming wave on a multiple propagation path from a received signal.

SOLUTION: Propagation characteristics are estimated from a signals which is provided by passing an RF input through a band pass filter and a frequency converter, the propagation path distortion is compensated, symbol decoding is performed, and a data output is provided. In the estimation of the multiple propagation path, all the factors such as amplitude, phase, frequency and delay time expressing the multiple propagation path characteristics required for compensating the propagation path distortion are found. Especially, Doper frequency estimation accuracy is imported so that performance for compensating the propagation path distortion is improved. In this case, as a method for compensating the propagation path distortion, based on the estimated informant of the amplitude, phase, frequency and delay time of the multiple propagation

path, the propagation path distortion spread over time and frequency areas is simultaneously compensated for the received signal.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-68630

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月9日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

H 0 4 B 7/005

H 0 4 B 7/005

7/01

7/01

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z

H 0 4 L 27/01

H 0 4 L 27/00

K

審査請求 有 請求項の数 6 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平9-23777

(22) 出願日

平成9年(1997) 8月19日

特許法第30条第1項適用申請有り 1997年2月20日 社団法人映像情報メディア学会発行の「映像情報メディア学会技術報告 Vol. 21 NO. 12」に発表

(71) 出願人 391027413

郵政省通信総合研究所長

東京都小金井市貫井北町4丁目2番1号

(72) 発明者 太田 弘毅

東京都小金井市貫井北町4-2-1 郵政省通信総合研究所内

(72) 発明者 伊丹 誠

千葉県柏市西柏台1-12-2 チトセ薬局2階

(72) 発明者 神尾 亨秀

東京都小金井市貫井北町4-2-1 郵政省通信総合研究所内

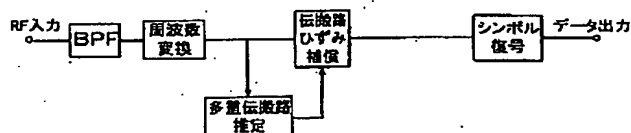
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 伝搬路ひずみ補償法

(57) 【要約】

【課題】 デジタル通信システムなどに利用できる伝搬路ひずみ補償方法を提供する。

【解決手段】 受信信号から多重伝搬路における各到来波の振幅、位相、周波数、遅延時間を推定して伝搬路ひずみを補償する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受信信号から多重伝搬路における各到来波の振幅、位相、周波数、遅延時間を推定して伝搬路ひずみを補償することを特徴とする伝搬路ひずみ補償方法。

【請求項 2】 受信信号に含まれる基本シンボルの複素遅延プロファイルから一般調和解析によって多重伝搬路を推定することを特徴とする伝搬路ひずみ補償方法。

【請求項 3】 上記多重伝搬路の推定値を使用して伝搬路ひずみを補償することを特徴とする伝搬路ひずみ補償方法。

【請求項 4】 上記多重伝搬路の推定値を使用して伝搬路ひずみの一部を補償し、残る伝搬路ひずみを波形等化器で補償することを特徴とする伝搬路ひずみ補償方法。

【請求項 5】 直交周波数分割多重（以下、OFDMと記す）および符号化直交周波数分割多重（以下、COFDMと記す）の復調において、上記多重伝搬路の推定値を使用して伝搬路ひずみを補償することを特徴とする伝搬路ひずみ補償方法。

【請求項 6】 FFT（高速フーリエ変換）による OFDM および COFDM の復調処理において、上記多重伝搬路の推定値を使用して上記 FFT 処理前で伝搬路ひずみの一部を補償し、上記 FFT 処理後に残る伝搬路ひずみを補償することを特徴とする伝搬路ひずみ補償方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明はデジタル通信システム、特にマルチキャリア方式の放送、通信システムの移動受信における伝搬路ひずみ補償方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に移動受信の伝搬路において発生する伝搬路ひずみは、複数の伝搬経路（多重伝搬路）からの到来波が振幅、位相、周波数、遅延時間の異なる信号として受信点で合成されることによって生じていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これに対して従来の放送、通信システムの移動受信における伝搬路ひずみの補償は各到来波の合成された信号に対する振幅と位相の補償のみをおこなない、遅延波の多重によって発生するシンボル間干渉や移動受信によって発生するドップラーシフトに起因する劣化も、伝搬路ひずみをうけた受信波の振幅と位相の瞬時変動の要因の一部として扱っていた。このため、時間と周波数の二次元に拡散し合成された信号の伝搬特性は複雑であり、振幅と位相の瞬時変動だけでは完全に補償できないため、伝搬路特性が悪化して正常に受信できないという問題を有していた。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は上記従来の欠点

(2)

2

に鑑み提案されたもので、受信信号から多重伝搬路における各到来波ごとに振幅、位相、周波数、遅延時間を推定して伝搬路ひずみを補償する伝搬路ひずみ補償方法を提供するものである。

【0005】本発明は、受信信号に含まれる基本シンボルの複素遅延プロファイルから一般調和解析によって多重伝搬路を推定する伝搬路ひずみ補償方法を提供するものである。

【0006】本発明は、上記多重伝搬路の推定値を使用して伝搬路ひずみを補償する伝搬路ひずみ補償方法を提供するものである。

【0007】本発明は、上記多重伝搬路の推定値を使用して伝搬路ひずみの一部を補償し、残る伝搬路ひずみを波形等化器で補償する伝搬路ひずみ補償方法を提供するものである。

【0008】本発明は、OFDM および COFDM の復調において、上記多重伝搬路の推定値を使用して伝搬路ひずみを補償する伝搬路ひずみ補償方法を提供するものである。

【0009】本発明は、FFT による OFDM および COFDM の復調処理において、上記多重伝搬路の推定値を使用して上記 FFT 処理前で伝搬路ひずみの一部を補償し、上記 FFT 処理後に残る伝搬路ひずみを補償する伝搬路ひずみ補償方法を提供するものである。

【0010】すなわち、本発明の伝搬路ひずみ補償方法は、デジタル通信における多重伝搬によって生じた受信信号の劣化に対して、受信信号から多重伝搬路を推定して、多重伝搬の各到来波の振幅、位相、周波数、遅延時間の補正を行うことにより伝搬路ひずみを補償するものである。

【0011】多重伝搬路の推定においては、伝搬路ひずみの補償に必要な多重伝搬路特性を表す振幅、位相、周波数、遅延時間のすべての要素を求める。特に、複素遅延プロファイルからドップラー周波数を求める方法として一般調和解析の手法を導入し、従来の FFT（DFT）では不十分であったドップラー周波数の推定精度を向上させたことにより、伝搬路ひずみの補償性能も向上させた。

【0012】なお、伝搬路ひずみの補償法は、受信信号に対して多重伝搬路の推定情報（振幅、位相、周波数、遅延時間）を基に、時間領域と周波数領域に拡散した伝搬路ひずみを一括して補償するものである。

【0013】

【発明の実施の形態】まず、本発明の概念について説明する。本発明はデジタル通信システム、特にマルチキャリア方式の放送、通信システムの移動受信、例えば、OFDM を使用する変調方式による地上デジタル放送の移動受信、OFDM を用いた移動通信に利用可能な技術であり、無線回線を伝送媒体として用いたシステムにおいて効果がある。

【0014】一般に移動受信の伝搬路において発生する伝搬路ひずみは、複数の伝搬経路（多重伝搬路）からの到来波が振幅、位相、周波数、遅延時間の異なる信号として受信点で合成されることによって生じる。

【0015】従って、有線及び無線の伝送方式において多重伝搬によって伝搬路特性が劣化した場合、受信信号を利用して多重伝搬路を推定し、受信波に対して各伝搬経路からの到来波の振幅、位相、周波数、遅延時間の逆特性を与えて信号品質を改善する。

【0016】（１）伝搬路ひずみの補償法：従来の補償法では、移動受信によって発生するドップラーシフトの影響も、伝搬路ひずみを受けた受信波の振幅と位相の瞬時変動の要因の一部として扱われる。そして、ドップラーシフトは振幅、位相の補償範囲内の変動の要因として補償回路で処理されている。従って、ドップラーシフトの影響が振幅、位相の補償範囲を越えないようシステムパラメータが設定されている。しかし、受信点において複数の伝搬経路が個々に推定できれば、複数の到来波が合成された受信波に対しても各到来波の振幅、位相、周波数、遅延時間に対する補正をおこなうことが可能となりドップラーシフトに対する最適な補償が実現できる。この点に着目し、送信信号に既知の情報シンボルを含む信号を設定し、この信号を受信側で分離して多重伝搬路を推定する。この情報から、受信信号に対して振幅、位相、周波数（ドップラーシフト）、遅延時間に対する伝搬路ひずみの補償を行う。これにより信号品質が改善される。

【0017】（２）多重伝搬路の推定精度の改善方法：多重伝搬路の推定には、複素遅延プロファイルからドップラー周波数を求める演算において十分な解析精度が要求されるが、DFT（FFT）では、位相、振幅、周波数のそれぞれについて十分な精度が得られない場合がある。そのため、DFT（FFT）に代えて一般調和解析の原理を応用して複素遅延プロファイルからドップラー周波数を求める。これにより位相、振幅、周波数のそれぞれについて十分な精度が得られる。

【0018】（３）本発明による改善点：上記（１）（２）を組み合わせた場合、複素遅延プロファイルからドップラー周波数を求める方法として一般調和解析の手法を導入し、従来のFFT（DFT）では不十分であった多重伝搬路の推定精度を向上させたことにより、伝搬路ひずみの補償性能も向上した。

【0019】なお、本発明に関連する手法は、以下にあげるものがある。

①遅延プロファイルの測定：これは、PN符号やチャープ信号を送信し、受信側でも同じ信号を持ち、受信信号と畳込み演算を行い時間に対する波形相関値を得る。複素相関により求めたものが複素遅延プロファイルである。

【0020】②遅延時間対ドップラー周波数の解析：複

素遅延プロファイルをある一定期間測定し、蓄積された複素遅延プロファイルの時系列のうち、同一の遅延時間のデータを配列に取りFFT（DFT）を行うことでドップラー周波数が求まる。以上の結果、多重伝搬路の特性として、振幅、位相、遅延時間、ドップラー周波数が求まる。しかし、従来方式は、複素遅延プロファイルからドップラー周波数を求める方法としてFFTを使用している。FFTは解析の演算の効率が高いことから広く用いられているが、解析精度は標準化周波数とFFTの窓幅で決まる。したがって、標準化周波数やデータ数に制限がある場合、これによって決まる理論的な解析精度以上の精度は得られない。

【0021】③一般調和解析：一般調和解析は、DFTの演算を応用したもので、任意の周波数の解析が可能で、解析するデータ長も任意である。標準化周波数やデータ長に制約がある場合、DFT（FFT）では、理論的に解析精度に限度があるが、一般調和解析は、任意の周波数分解能で解析が実行できるのでDFT（FFT）に比べて高い解析精度が得られる。ただし、解析可能な周波数は標準化定理を満たす周波数で、かつ標準化周波数をデータ点数で割った数より高い周波数である。

【0022】④ゴーストキャンセル技術：遅延プロファイルを求めて遅延時間の異なる多重伝搬を補償する方法（現行地上波TV放送でゴーストキャンセル技術として使用されている）。しかし、従来の地上波放送は、固定受信をサービス対象としている。固定受信では、多重伝搬は伝搬経路の変動が殆ど無いことから発生する伝搬路ひずみはゴースト現象となる。ゴースト対策として信号に多重したGCR信号から遅延プロファイルを求めて適応等化処理を行うことにより信号品質を改善出来るが、移動受信の高速な伝搬経路の変化に起因する伝搬路特性の変動には対応できない。

【0023】⑤波形等化技術：伝送された既知情報シンボルからひずみを解析してシンボル間干渉の補償を行う方法。しかし、移動通信で特有の周波数選択性フェージング環境下では、シンボル間干渉のため伝送特性が劣化する。そして、移動に伴うドップラーシフトの影響を受けるとチャンネル間干渉が発生して伝送特性が劣化する。そのため、シンボル間干渉については波形等化（振幅、位相の補正）で補償し、チャンネル間干渉に対しては隣接するチャンネルの帯域が干渉するほど接近しないようにチャンネル間隔を広く設定する方法が取られている。

【0024】⑥OFDMによる地上デジタル放送：OFDM方式の地上デジタルTV放送において、搬送波周波数、キャリア間隔、キャリア変調方式から求まる最大ドップラー周波数の許容範囲内において移動受信の回線設計を行う方法（地上波デジタルTV方式として検討されている）。しかし、OFDM方式では、直交するキャリアを使用することから、移動受信に伴うドップラーシフトの影響でキャリア間干渉が発生して伝送特性が

10

20

30

40

50

劣化する。そのため、最大ドップラー周波数に対して搬送波周波数、キャリア間隔、キャリア変調方式から導かれる信号の許容劣化範囲で回線設計を行っており、使用可能な搬送波周波数や許容できる最大移動速度等が制限されている。

【0025】本発明の伝搬ひずみ補償方法は、デジタル通信における多重伝搬によって生じた受信信号の劣化に対して、受信信号から多重伝搬路を推定して、多重伝搬の各到来波の振幅、位相、周波数、遅延時間の補正を行うことにより伝搬路ひずみを補償するものである。多重伝搬路の推定においては、伝搬路ひずみの補償に必要な多重伝搬路特性を表す振幅、位相、周波数、遅延時間のすべての要素を求める。特に、複素遅延プロファイルからドップラー周波数を求める方法として一般調和解析の手法を導入し、従来のFFT (DFT) では不十分であったドップラー周波数の推定精度を向上させたことにより、伝搬路ひずみの補償性能も向上させた。なお、伝搬路ひずみの補償法は、受信信号に対して多重伝搬路の推定情報(振幅、位相、周波数、遅延時間)を基に、時間領域と周波数領域に拡散した伝搬路ひずみを一括して補償するものである。

【0026】以下に本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1乃至図6は本発明に係る図面であり、まず、図1に示す本発明の第1の実施形態では、RF入力をバンドパスフィルタ(BPF)および周波数変換器を介して得た信号から伝搬路特性を推定して伝搬路ひずみ補償をおこないシンボル復号をおこなってデータ出力を得る。

【0027】図2に示す本発明の第2の実施形態では、第1の実施形態における伝搬路ひずみ補償の後段に波形等化器を加えた構成であり、マルチパスやドップラーシフトの影響を軽減している。

【0028】図3に示す本発明の第3の実施形態では、第1の実施形態における伝搬路ひずみ補償の後段にOFDMかあるいはCOFDMの復調のためのFFTを加えたものである。

【0029】図4に示す本発明の第4の実施形態では、第1の実施形態における伝搬路ひずみ補償の後段にOFDMかあるいはCOFDMの復調のためのFFTを加え、更にその後段に波形等化器を配設して、マルチパスやドップラーシフトの影響を軽減している。

【0030】図5に示す本発明の第5の実施形態では、受信信号の基本シンボルとの相関から得られた複素遅延プロファイルを用いて、一般調和解析を施すことにより遅延時間に対するドップラー周波数を求めている。

【0031】図6は第3の実施形態の構成を基した計算機シミュレーションの結果であり、前提条件として、16QAM-OFDMを用いて、伝搬路は主波1波と等レ*

* ベルの妨害波が同時に受信した場合を想定している。なお、図において、type-Aは補償なし、type-Bは位相、周波数の補償のみ施し、type-Cは伝搬路ひずみ補償がある場合(振幅、位相、周波数の補償)をそれぞれ示す。この結果から判断して、伝搬路の劣化に弱い16QAM-OFDMであっても伝搬路ひずみ補償をおこなうと受信信号品質が改善することがわかる。

【0032】以上、本発明を図面に記載された実施形態に基づいて説明したが、本発明は上記した実施形態だけではなく、特許請求の範囲に記載した構成を変更しない限りどのようにでも実施することができる。

【0033】

【発明の効果】以上要するに、本発明によれば、移動受信時の伝搬路ひずみの要因となりうるドップラーシフトの影響を大幅に軽減させることから、次に示す効果が期待出来る。

① 移動に伴い時々刻々変化する多重伝搬路を逐次推定して伝搬路ひずみを補償する手法であり、移動受信環境に利用できる。

② ドップラーシフトの影響を補償できるため、キャリア間隔が狭いマルチキャリア方式でも復調が可能となる。

③ 複素遅延プロファイルを用いて伝搬路ひずみを推定する方法であるため、データの変調方式に依存せずに補償できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態における伝搬路ひずみ補償を付加した受信復調部の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第2の実施形態であって、本発明の第1の実施形態における伝搬路ひずみ補償の後段に波形等化を加えた受信復調部の構成を示すブロック図である。

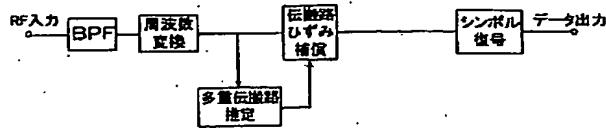
【図3】本発明の第3の実施形態であって、本発明の第1の実施形態における伝搬路ひずみ補償の後段にCOFDM、OFDMの復調用FFTを加えた受信復調部の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の第4の実施形態であって、本発明の第3の実施形態のCOFDM、OFDMの復調用FFTの後段に波形等化を加えた受信復調部の構成を示すブロック図である。

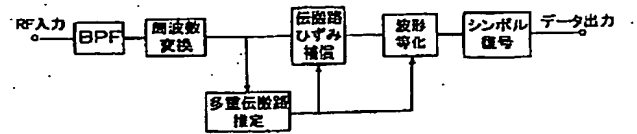
【図5】本発明の第5の実施形態であって、多重伝搬路の特性を求める手順を示す概念図である。

【図6】本発明の第3の実施形態のモデルを用いておこなった計算機シミュレーションの結果を示す特性図であり、type-Aは補償をおこなわない場合、type-Bは位相及び周波数の補償をおこなった場合、type-Cは伝搬路ひずみ補償をおこなった場合をそれぞれ示している。

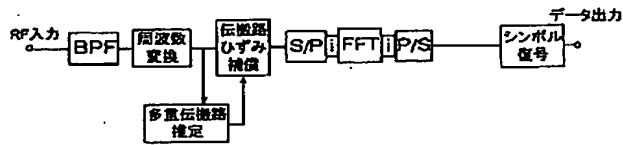
【図1】



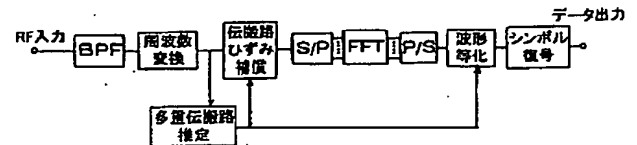
【図2】



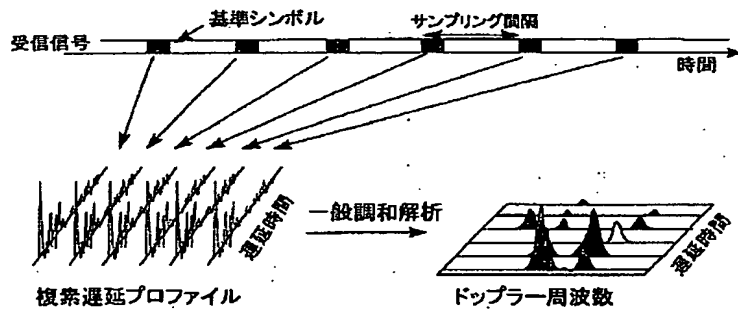
【図3】



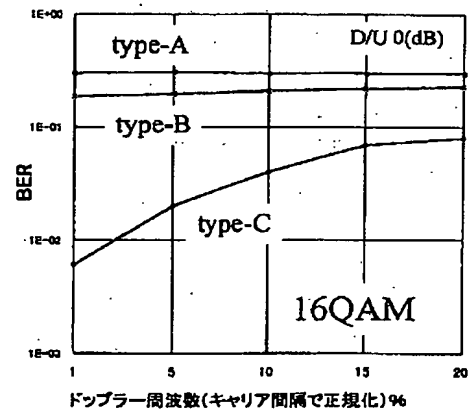
【図4】



【図5】



【図6】



【手続補正書】

【提出日】平成9年11月10日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】

伝搬路ひずみ補償法

フロントページの続き

(72)発明者 都竹 愛一郎

東京都小金井市貫井北町4-2-1 郵政省

通信総合研究所内